

Opinnäytetyö (AMK)

Tuotantotalous

Tuotanto

2015

Aleksi Jukala

3D-SIMULOINTI TUOTANTOYMPÄRISTÖSSÄ



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Tuotantotalous | Tuotanto

2015 | 29

Sakari Koivunen

Aleksi Jukala

3D-SIMULOINTI TUOTANTOYMPÄRISTÖSSÄ

Tämä opinnäytetyö käsittelee tuotannon simuloimista 3D-ohjelmistolla. Tässä opinnäytetyössä käytetään Visual Components 3D-Create-ohjelmistoa, ja tämä työ on tehty Carinafour Oy:lle. Komponenttien mallintaminen on tehty SolidWorks-ohjelmistolla, ja nämä komponentit yhdistettiin simulointiohjelmistoon, jonka avulla tuotantolinjasta luotiin 3D-simulaatiomalli.

Projektissa tarkoituksena oli luoda simulointimalli jo olemassa olevasta tuotantolinjasta ja selvittää, onko 3D-simuloinnista hyötyä yritykselle. Tämä raportti ei käsittele itse ohjelmistoa vaan projektia yleisesti, sillä tarkoituksena oli selvittää, mitä ohjelmistoja on olemassa ja mikä sopisi parhaiten yritykselle jatkossa.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin tuotantolinjasta simulointimalli. Tätä mallia voidaan käyttää jatkossa opetuksessa helpottamaan tuotantolinjan hahmottamista ja tukemaan myyntiä.

ASIASANAT:

3D-Create, Visual Components, simulointi, tuotanto

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Industrial management | Production

2015 | 29

Sakari Koivunen

Aleksi Jukala

3D-SIMULATION IN PRODUCTION ENVIROMENT

This thesis deals with simulating the production with 3D software. In this thesis there is used Visual Components 3D-Create software. Thesis is made for real company. Modeling of the components is made of SolidWorks software, and these components are combined in simulation software and created a 3D simulation model of the production line.

The project was intended to create a simulation model of an existing production line and determines how a 3D simulation could benefit to the company. This report does not deal with the software itself. Thesis deals how this kind projects could help companies. The purpose was to find out what software is out there and what would be best for the company in the future.

Result of this thesis were created from the production line simulation model. This model can then be used for educational purposes, to facilitate the perception of the production line and to support sales.

KEYWORDS:

(3D-Create, Visual Components, simulation, production.)

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 SIMULOINTI	7
2.1 Mitä simulointi on?	7
2.2 Järjestelmän jäljittelevä malli	7
2.3 Miksi simuloidaan	8
2.4 Vaihtelevuus	8
2.5 Simulointia oikeassa elämässä	10
3 TUOTANNON SIMULOINTI	12
3.1 Simuloinnin hyödyt	12
3.2 Simuloinnin ongelmat	14
3.3 Simuloinnin vaatimukset	14
3.4 Ennen simuloinnin aloittamista	15
3.5 Simuloinnin aikana	16
4 CASE	18
4.1 Käytetyt ohjelmistot	18
4.1.1 Visual Components ja 3DCreate	19
4.1.2 Solidworks	19
4.1.3 Screencast-O-Matic	20
4.1.4 Python	20
4.2 Projektissa vastaan tulleita ongelmia	21
4.2.1 Tavoitteet	21
4.2.2 Projektinhallinta	21
4.2.3 3DCreatin käytettävyys	22
4.2.4 Kello	23
4.3 Haastattelu	24
4.4 Loppupäätelmät	25
5 YHTEENVETO	27
LÄHTEET	29

KUVAT

Kuva 1. Esimerkki vaihtelevuuden vaikutuksista.	9
Kuva 2. Myyntimiehen ongelma.	10
Kuva 3. Esimerkki pullonkaulan tutkimisesta.	13
Kuva 4. Liikkuvan komponentin liikkeet.	23
Kuva 5. Koodin muokkaus.	24

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö toteutetaan Turun ammattikorkeakoulun ja Carinafour Solution Oy:n yhteistyöprojektina. Opinnäytetyön tarkoituksena on luoda 3D-simulointi Carinafourin tuotantolinjasta sekä tutkia, onko simuloinnista hyötyä yritykselle. Simulointi toteutetaan Visual components 3D-create -ohjelmiston avulla.

Simulointia ei pyritä toteuttamaan aivan tarkalleen kuten se on toteutettu oikeasti, vaan se on enemmänkin suuntaa antava. Ohjelmiston käyttäminen vaatii paljon aikaa, ja kiireisen aikataulun vuoksi aikaa pyritään säästämään ja pitämään simulointi mahdollisimman yksinkertaisena.

Simuloinnilla pyritään mallintamaan tuotantolinjaa koulutustarkoitukseen ja samalla selvittämään, voiko yritys käyttää 3D-simulointia yritystoimintansa parantamiseen. Tässä työssä mallinnetaan kahdeksan tunnin työpäivä ja kaikki toiminta, mitä tuotantolinjalla ehtii tapahtua tänä aikana. Opinnäytetyö ei käsittele perusteellisesti itse 3DCreate:in toimintaa, sillä tällä opinnäytetyöllä halutaan selvittää 3D-simulointiprojektia yleisesti ja siitä, mitä erilaisia simulointiohjelmistoja on olemassa ja miten yritys voisi niitä hyödyntää. Opinnäytetyöhön sisältyy myös yritysten haastatteluja, joilla on pyritty selvittämään, miten yritykset ovat tehneet samanlaisia projekteja ja mitä ohjelmistoja he ovat käyttäneet.

2 SIMULOINTI

2.1 Mitä simulointi on?

Simulointi on nykyään niin tavallinen ja tyypillinen osa arkea, että emme edes huomaa ja ajattele sitä. Kun puhutaan simuloinnista, tulee usein mieleen insinöörin mallintavan jotain koneen liikettä tai tutkivan, miten jokin laite toimii tietyssä asiayhteydessä. Simulointi on kuitenkin läsnä kaikessa arjessa. Säättiedotukset ovat tyypillinen simulointi arjessa. Meteorologi kuvaa sääennustuksissaan pilvien, sään ja ilmavirtojen liikettä, jotka hän on mallintanut meille tietokoneella selvittämään, miten sää muuttuu tulevana päivinä. Videopelit ovat myös puhdasta simulointia. Videopeleissä kuvataan erilaisia aktiviteetteja autojen käyttäytymisestä kaupunkien rakentamiseen ja siitä aina ihmisten liikkeen kuvaamiseen. Simuloinnin ajatellaan usein olevan tietokonepohjainen, mutta näin ei ole. Pienoisjunan rakentaminen taikka kauko-ohjattavan auton ajaminen on yhtä lailla myös simuloimista. Terminä Simulointi voidaan jakaa kahteen ryhmään, järjestelmän jäljitelmään ja tietokonepohjaiseen jäljitelmään. Jälkimmäisessä otetaan huomioon myös aikatekijä. (Robinson 2004, 2.)

2.2 Järjestelmän jäljitteleminen

Jäljitelmä sisältää jonkin asian kopioimista tai matkimista. Esimerkiksi Las Vegas on täynnä kopioita kuuluisista asioista, kuten Eiffel-tornista tai vapaudenpatsaasta. Yritysten tekemät prosessikaaviot ovat myös jäljitelmiä yrityksen toimintatavoista. Kaikkia näitä voidaan myös kutsua simuloinniksi, mutta suurimpana erona esimerkiksi säättiedotukseen on, että näissä simuloinneissa ei oteta huomioon aikatekijää. Siksi onkin tärkeää erotella simuloinnit kahteen luokkaan, staattiseksi simuloinniksi ja dynaamiseksi simuloinniksi. Staattisessa simuloinnissa jäljitelmä kuvataan juuri kyseisenä aikana ja dynaamisessa simuloinnissa kuvataan asioita, jotka tapahtuvat jossain tietyssä ajassa. *Simulointi*-termiä käy-

tetään pääasiassa, kun puhutaan dynaamisesta simuloinnista. Tämä opinnäytetyö käsittelee dynaamista simulointia ja eritoten tietokonepohjaista simulointia. (Robinson 2004, 2.)

2.3 Miksi simuloidaan

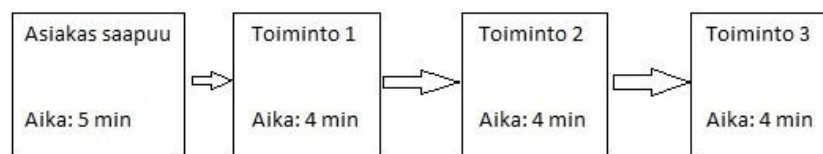
Simuloinnin tarvetta kannattaa lähteä ajattelemaan kolmelta perspektiiviltä. Ensimmäiseksi pohditaan, onko operaation luonne sellainen, että simuloinnista on hyötyä. Esimerkiksi kun lähdetään miettimään, millainen uusi tehdas tai tuotantolinja olisi, on helpompi ensin simuloida erilaisia vaihtoehtoja ja päättää niistä, mikä rakennetaan, kuin rakentaa kaikki vaihtoehdot ja sitten päättää, mikä otetaan käyttöön. Toinen asia, joka pitää ottaa huomioon, on simuloinnin hyödyt. Simulointi helpottaa toimintojen ymmärtämistä, kehittämistä ja toimintojen kuvaamista. Kolmas lähestymistapa simulointiin on ottaa huomioon simuloinnin haitat, kuten onko simuloinnista mitään hyötyä, mitkä ovat simuloinnin kustannukset, sekä saadaanko simuloinnista riittävän kattava ja realistinen. (Robinson 2004, 4.)

Simulointi on myös iso kilpailutekijä. Myynnin on helpompi myydä, kun se voi näyttää asiakkaille järjestelmän toimintaa. Asiakkaille on yleensä tärkeää tietää, miten järjestelmä toimii, miten sitä voidaan muokata ja miten vaihtoehtoja analysoidaan. Myös järjestelmien monimutkaisuus on johtanut siihen, että 3D-simuloinnista on tullut tärkeä keino kommunikoida. (Heureka 2015)

2.4 Vaihtelevuus

Simulointeja tehdään, koska halutaan kuvata jotain asiaa tai toimintajärjestelmää. Varsinkin toimintajärjestelmiin kuuluu usein vaihtelevuutta, ja simuloinnilla pyritäänkin usein kuvaamaan, ja helpottamaan ymmärtämään miten vaihtelevuus vaikuttaa toimintoihin. Vaihtelevuus voi olla ennalta arvattavissa, kuten esimerkiksi pysähdysten määrä tuotantolaitoksessa, tai ennalta arvaamatonta, kuten potilaiden määrä ensiavussa päivän aikana tai koneiden rikkoutuminen tuotanto-

laitoksessa. Kummatkin vaihtelevuuden lajit ovat aina läsnä toimintajärjestelmissä. Toimintajärjestelmien komponentit vaikuttavat toisiinsa, ja esimerkiksi jos kone laitetaan työstämään nopeammin, se vaikuttaa seuraavaan työstövaiheeseen ja näillä kaikilla on vaikutusta erilaisiin tekijöihin kuten välivarastoihin, läpimenoaikoihin, jonoihin ja aina myös tuotteen laatuun. Vaihtelevuuden vaikutuksia on usein vaikeaa ennustaa, samoin kuin sitä miten ne vaikuttavat systeemin toimintaan. (Robinson 2004, 4.)

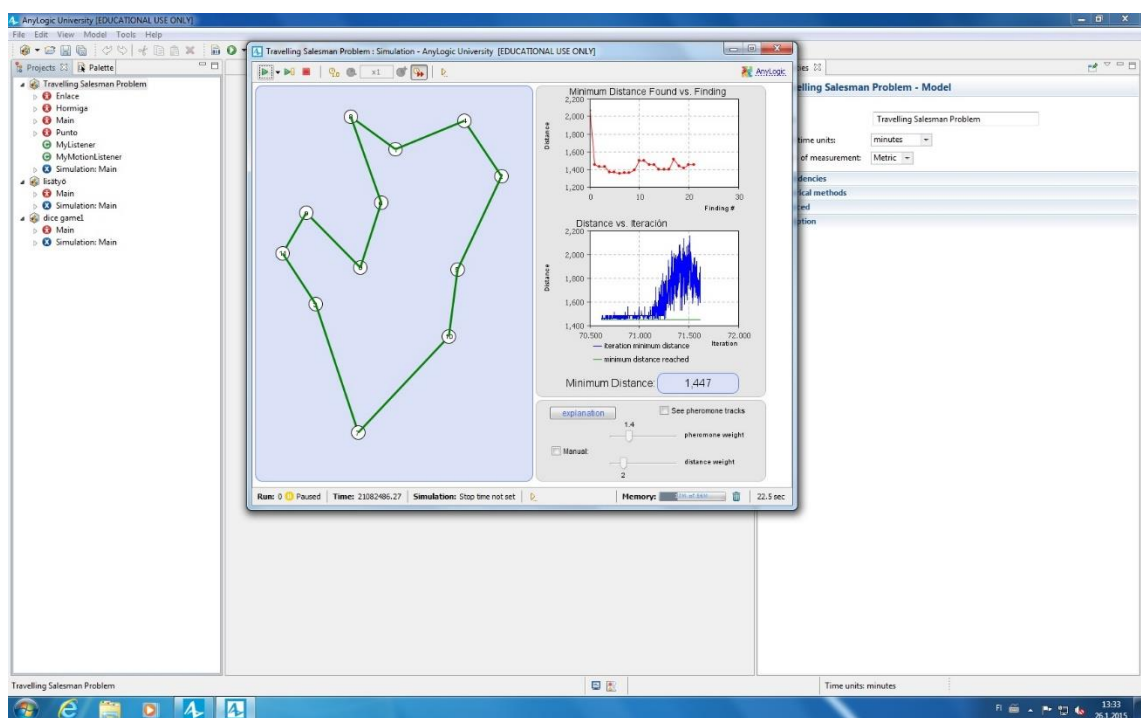


Kuva 1. Esimerkki vaihtelevuuden vaikutuksista.

Otetaan esimerkiksi kuvan 1.1 esimerkki. Tilanne, jossa asiakas saapuu palvelupisteelle (kuva 1.1) palvelu sisältää kolme vaihetta, jotka ovat aina riippuvaisia edellisestä vaiheesta. Uusi asiakas saapuu aina täsmälleen 5 minuutin välein, ja jokainen vaihe kestää täsmälleen 4 minuuttia. Tilanteessa ei ole vaihtelevuutta, joten asiakas on systeemissä täsmälleen 12 minuuttia. Tämä tilanne on helppo, mutta muutetaan tilannetta niin, että ajat ovatkin keskiarvoja. Uusi asiakas saapuu keskiarvoaltaan joka 5 minuutti ja jokainen toiminto kestää keskiarvoaltaan 4 minuuttia. Nyt tilanne on huomattavasti paljon vaikeampi, koska vaihtelevuutta on sekä asiakkaiden saapumisessa että systeemissä kulutetussa ajassa, ja voidaan myös olettaa, että toimintojen välille syntyy jonoja. Koska ei tiedetä tarkalleen, kuinka suuri vaihtelevuus toiminnoissa on, niin kyseissä tilanteessa ei pystytä sanomaan tarkkaa aikaa, kuinka kauan asiakas on systeemissä. Simuloinnilla kuitenkin pystytään kuvaamaan erilaisia vaihtoehtoja ja tutkimaan, mikä on todennäköisin ja miten voidaan reagoida tietyssä kyseissä tilanteessa. (Robinson 2004, 4-5.)

Otetaan toiseksi esimerkiksi tyypillinen myyntimiehen ongelma. Myyntimiehen täytyy käydä tapaamassa kuukauden aikana 8 asiakasta eri puolilla maailmaa, ja

säästösyistä hänen täytyisi löytää lyhin mahdollinen reitti. Näin ollen erilaisia reittivaihtoehtoja olisi 2 520. Tämän pystyy laskemaan kaavasta $(n-1!)/2$, jossa n kuvastaa kaupunkien määrää. Jo pelkästään 10 kaupungilla myyntimiehellä olisi erilaisia reittivaihtoehtoja 181 440. Myyntimies ei pysty millään ratkaisemaan ongelmaa itse tutkimalla vaihtoehtoja, mutta tekemällä esimerkiksi kuvan 2 mukaisen simulointimallin, hän saa nopeasti ja helposti tietoonsa lyhimmän, nopeimman tai pisimmän reitin. (Robinson 2004, 4-5.)



Kuva 2. Myyntimiehen ongelma.

2.5 Simulointia oikeassa elämässä

Tyypillinen tietokonepohjainen simulointi on pilottien kouluttamiseen tarkoitettu lentokonesimulaattori. Näillä laitteilla voidaan harjoitella tehokkaasti ja turvallisesti erilaisia asioita, kuten laskeutumista, nousemista, lentämistä tai hätätilanteita. Tämä tuo yrityksille huomattavia säästöjä, kun ei tarvitse käyttää oikeaa kalustoa, onnettomuusriskit vähenevät, ja ”lentämään” pääsee koska vain. (Finnä 2015)

Toinen esimerkki simuloinnista on F1-maailmasta, jossa kisaa ennen tallit simuloivat erilaisia kisaolosuhteita ja tarkastelevat, miten nämä olosuhteet mahdollisesti vaikuttaisivat varsinaiseen kisaan. Simuloinneissa harjoitellaan myös erilaisia tilanteita, joita varsinaisessa kisassa voisi tapahtua, kuten esimerkiksi renkaidenvaihtoa tai tilannetta, missä kiinnityspyssy ei toimikkaan. Tällainen simulointi kuitenkin poikkeaa huomattavasti tietokonepohjaisesta simuloinnista, koska tämä simulointi tapahtuu oikeassa maailmassa ja oikeilla autoilla. Tämäkin on kuitenkin simulointia, sillä tässä simuloidaan tilanteita, mitä voi tapahtua varsinaisessa kisassa, ja tästä simuloinnista saatua dataa käytetään hyväksi sitten varsinaisessa kisassa. Tällaista dataa on esimerkiksi tieto siitä, kumpi autossa toimii paremmin, startit vai stopit, miten sadekehi tulee vaikuttamaan autoon tai miten keskeytykset vaikuttavat mahdollisesti kisaan ja ajoon. (Turun Sanomat 2015)

3 TUOTANNON SIMULOINTI

Tuotannon simulointia tehdään useista syistä, ja sillä saavutetaan pääasiassa useita hyötyjä. Tuotannon, layoutin, tuotantolinjan tai vaikka tehtaan järjestelmät voidaan simuloida vastaamaan sekä taloudellisia että tuotannollisia vaatimuksia. Jos halutaan saada tietoa jostakin asiasta ennen, kuin jotain ryhdytään toteuttamaan. On huomattavasti halvempaa ensin suunnitella ja simuloida jokin suunniteltu malli, ja testata sitä sitten virtuaalisesti ennen, kuin se rakennetaan ja toteutetaan toimimattomaksi. Yritykset voivat näin minimoida investointien riskiä, jos esimerkiksi tuotto ja toimivuus varmistetaan ensiksi simuloimalla. Esimerkiksi suuria hyötyjä saavutetaan muun muassa sillä, että tuotannon ohjausperiaatteet voidaan valita etukäteen. (Delfoi 2015)

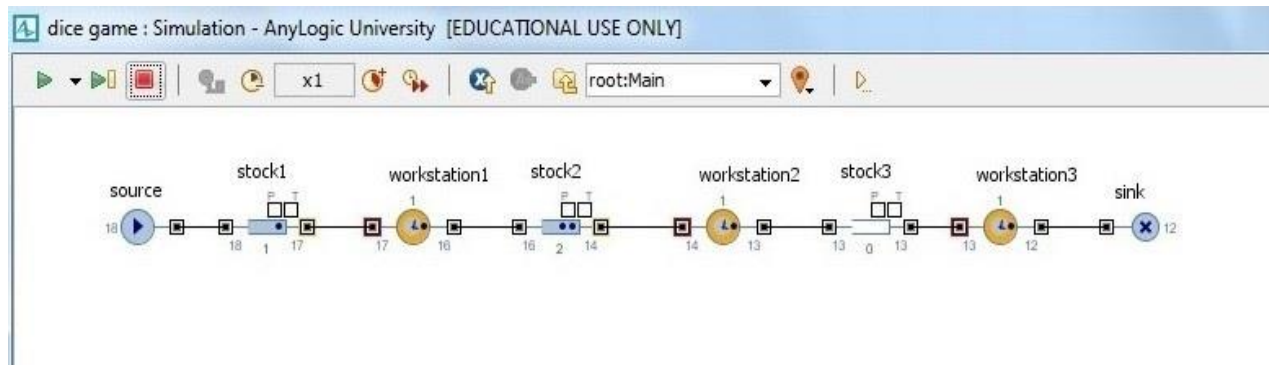
3.1 Simuloinnin hyödyt

Jo olemassa olevaa tuotantoa on huomattavasti helpompi ymmärtää tietokonesimulointimallin avulla. Simulointimallilla voidaan tutkia ja analysoida tuotantotekijöiden riippuvuuksia, ja näin voidaan todeta muutosten vaikutus tuotannon toimintaan. Tämä kaikki pystytään tekemään ilman, että yhtäkään oikeaa tuotetta on vielä valmistettu. (Delfoi 2015)

Simuloinnilla voidaan tutkia ja suunnitella edullisesti, helposti, nopeasti ja turvallisesti tuotantojärjestelmien toimintaa. Simuloinnilla voidaan tuottaa teknisiä ja taloudellisia tunnuslukuja, esimerkiksi kustannuslaskentaan, tuotannonohjaukseen ja vaikka investointien suunnitteluun. Simulointia voidaan numeroiden lisäksi havainnollistaa usein myös kaksiulotteisesti tai kolmiulotteisesti animaationa. Tällä saavutetaan se, että tulosten luku on helpompaa ja nopeampaa, ja niin työntekijät, markkinointiosasto, myyjät kuin johtoporraskin pystyvät tulkitsemaan sitä. (Delfoi 2015)

Simulointimalleilla voidaan osoittaa pullonkaulat, laskea tarvittavan henkilöstön määrä, koneiden lukumäärä ja niiden käytettävyyys. Kuvassa 3 on esitetty Anylo-

gicilla tehdyllä esimerkillä yksinkertaisesta simulointimallista pullonkaulan tutkimiseen.



Kuva 3. Esimerkki pullonkaulan tutkimisesta.

Malleilla voidaan myös selvittää, miten mahdolliset konerikot vaikuttavat tuotantoon, ja mikä on keskeneräisen tuotannon määrä. Tuotantotyyppinä on lukuisia aina imuohjautuvasta, työntöohjautuvaan ja kaikkea tältä väliltä, mutta simulointimalleilla ei ole rajaa, ja niillä voidaankin helposti tutkia erilaisten vaihtoehtojen toimivuutta. (Delfoi 2015)

Simuloinnin avulla voidaan simuloida tuotantojärjestelmiä vuosienkin päähän tai toisaalta tarvittaessa hidastaa aikaa niin, että saadaan parempi käsitys jostain järjestelmän osasta tai toiminnosta. Simuloidussa tuotantoympäristössä kaikkea voidaan tarkastella ja valvoa hyvinkin tarkkaan, ja näin ollen ongelmien ratkominen helpottuu varsinkin monimutkaisissa järjestelmissä. Simulointi auttaa ymmärtämään paremmin, miten eri toiminnot ja osat vaikuttavat toisiinsa ja koko järjestelmään. Simuloinnin avulla voidaan testata ja tutkia järjestelmien toimintaa enne kuin varsinaiseen järjestelmään on sijoitettu pääomaa. Näin tekemällä säästetään rahaa, aikaa ja työtä, kun ei tarvitse tehdä kalliita investointeja ja muutoksia tai korjauksia. Simuloinnin avulla voidaan esimerkiksi tutkia tuotannon pullonkauloja. Simuloinnin avulla voidaan myös selvittää ja tutkia mahdollisesti vaarallisia järjestelmiä, mitä ei voitaisi tehdä oikeassa elämässä ainakaan turvallisesti.

3.2 Simuloinnin ongelmat

Simulointien ongelmana ja varsinkin teollisuudessa on, että niiden suunnittelu, rakentaminen ja toteuttaminen vie paljon aikaa. Myös datan kerääminen ja analysointi on iso osa simuloinnin tekemistä, ja tämä onkin simuloinnin yksi eniten aikaa vievin osa. Tämä johtaa siihen, että simulointimalleja ei useinkaan voida käyttää päätöksenteon apuna. Malleja käytetään usein vain yksittäisten projektien päätöksenteossa, sillä uuteen projektiin joudutaan tekemään aina kuitenkin uusi malli tyhjältä pöydältä. Esimerkiksi tässä projektissa simulointia käytetään materiaaalivirtojen tutkimiseen tietyssä tuotantolinjassa. Kun tarvittavat tulokset ovat tulleet, simulointia ei enää käytetä välttämättä koskaan. (John W. Fowler and Oliver Rose, 2015.)

Simulointimallien ongelmana on myös, että jos kaksi eri henkilöä tekee samasta järjestelmästä simulointimallin, mallit todennäköisesti eroavat toisistaan ja usein paljon. Simulointien tekeminen vaatii myös paljon kokemusta. Simulointien ja tulosten analysointi vie paljon aikaa ja voi olla joskus hyvinkin kallista. Jos tällaisissa tapauksissa yritys koettaa säästää väärissä paikoissa, saattavat tulokset olla vääriä ja eikä niitä voida käyttää, jolloin koko työ on mennyt hukkaan. Simulointia kohtaan voidaan myös asettaa liian suuret odotukset. Esimerkiksi jos järjestelmältä vaaditaan liian tarkkaa kuvausta ihmisten toiminnasta, jota on hyvin vaikeaa kuvata realistisesti jossain tapauksissa, pitää harkita onko simulointimallin tekeminen oikea lähestymistapa. (John W. Fowler and Oliver Rose, 2015.)

3.3 Simuloinnin vaatimukset

Ohjelmistoilla saattaa olla myös hyvinkin erilaiset vaatimukset. Vaatimukset voivat olla laitteistovaatimuksia. Usein simulointiohjelmistot ovat erittäin raskaita ja vaativat laitteistolta suuria tehoja. Ohjelmistoilla on myös erilaisia käyttäjävaatimuksia. Joitakin ohjelmistoja voi käyttää aloittelija suoraan tyhjältä pöydältä, mutta usein ohjelmiston käyttäjältä vaaditaan jonkin ohjelmointikielen osaamista. Ohjelmistokielen osaaminen helpottaa työtä huomattavasti. Simulointiohjelmistot

käyvät usein myös yhteen muiden valmistajien suunnitteluohjelmistojen kanssa, kuten esimerkiksi Solidworksin. Tämä ominaisuus yleensä helpottaa simulointia, sillä simulointiohjelmistot keskittyvät simulointiin, ei simuloitavien komponenttien suunnitteluun ja luomiseen. Simulointiohjelmistoista löytyy usein oma pienoishjelma, jolla voidaan luoda komponentteja, mutta ne ovat pääasiassa hyvin huonosti soveltuvia varsinkin monimutkaisiin komponentteihin. Simulointiohjelmistot ovat aina suunniteltu johonkin tiettyyn käyttötarkoitukseen. Jotta käyttö olisi mukavaa ja sujuvaa, simulointiohjelmistoa tulisi käyttää juuri siihen käyttötarkoitukseen, mihin se on suunniteltu, vaikka sillä pystyisi tekemään muutakin.

Yritykset saattavat ajatella, että kun he ovat investoineet tähän simulointiohjelmistoon ja sillä kykenisi tekemään vähän muunkinlaisia simulointeja, niin he eivät tule hankkineeksi uutta ohjelmistoa, joka sopisi paremmin toisenlaiseen ongelmaan. Tämä johtaa hyvin nopeasti siihen, että väärällä ohjelmalla on päästy aloittamaan työ johonkin pisteeseen asti, kunnes tulee seinä vastaan ja ohjelmisto ei kykene siihen, mitä haluttaisiin. Tämän jälkeen on joka tapauksessa hankittava erilainen ohjelmisto. Tästä syntyy yrityksille turhia kuluja, turhaa työtä ja työntekijöiden turhautumista. Tästä syystä yritykset usein ostavat simulointipalvelut muualta eivätkä tee niitä itse.

Simulointiprojekteilla tavoitellaan investointien kannattavuuden tutkimista, läpimenoaikojen lyhentämistä, keskeneräisen tuotannon pienentämistä, tehokkuuden kasvattamista sekä helpompaa järjestelmien suunnittelua ja testausta (Delfoi 2015).

3.4 Ennen simuloinnin aloittamista

Ennen simuloinnin aloittamista pitää selvittää, mitä simuloinnilta halutaan ja vaaditaan. Halutaanko mitata tuotteen läpimeno aikaa, selvittää miten jonkin koneen lisääminen vaikuttaa mahdollisesti tuotantoon ja tuotantoympäristöön vai tuleeko simulointi esimerkiksi opetuskäyttöön? Ennen kuin tuotannon simulointia voidaan lähteä aloittamaan, pitää myös selvittää kaikkien prosessien ajat. Näin saadaan simuloinnista tarkempi, ja se vastaa reaalia maailmaa. Myös ennen kuin päästään

aloittamaan simulointia, pitää olla tiedossa jonkinlainen luonnos siitä, mitä simuloidaan. Tämä luonnos voi olla paperilla, Ecelillä tai vaikka CAD-tiedostona. CAD-tiedostojen etuna muihin verrattuna on, että niitä voi mahdollisesti käyttää sellaisinaan simulointiohjelmistoissa.

Koska simulointiohjelmistoja on paljon erilaisia ja eri käyttötarkoituksiin, on tärkeää kartoittaa tarpeet ja vaatimukset huolellisesti. Eri simulointiohjelmistoilla saavutetaan erilaisia etuja. Toiset ohjelmistot soveltuvat hyvin laajojen kokonaisuuksien, kuten koko tehtaan toiminnan simuloimiseen, kun toiset taas pienempien, kuten yhden tuotantosolun toiminnan kuvaamiseen. Esimerkiksi jos halutaan kuvata yhden tuotantosolun tunnin aikana tapahtuva toiminta, niin Visual Components sopii tähän mainiosti, mutta samaisella ohjelmistolla kokonaisen tuotantolinjan ja kahdeksan tunnin työpäivän kuvaamiseen ohjelmisto on melko raskas ja työläs. On myös tärkeää huomioida, mitä halutaan simuloida. Toiset ohjelmistot ovat suunniteltu 3D-mallintamiseen, kun toiset ovat taas enemmän datan keräämiseen. Esimerkiksi Visual Components sopii 3D-mallintamiseen, mutta pullonkaulojen tutkimiseen se ei sovellu niin kuin esimerkiksi Anylogic. On erittäin tärkeä pohtia, mitä simuloidaan ja mihin käyttötarkoitukseen se tulee. Tuleeko simulointi opetuskäyttöön tai myynnin tueksi, jolloin 3D-simulointi on riittävä, vai halutaanko simuloinnilla tutkia esimerkiksi erilaisten tuotantolinjojen käyttäytymistä erilaisissa olosuhteissa ja olla johtokunnan päätöksenteon apuvälineenä?

3.5 Simuloinnin aikana

Simuloinnin aikana tyypillisesti ilmenee ongelmia ja uusia määrittämiä sekä tuotantolinjat voivat mennä uusiksi. Simuloinnin edetessä dataa ja tietoa kertyy paljon ja tästä syystä onkin ehdottoman tärkeää, että kaikki suunnitellut ja piirretyt komponentit ovat loogisessa järjestyksessä ja oikein nimettynä myöhempää käyttöä varten. Simulointiohjelmat ovat pääsääntöisesti melko raskaita ohjelmistoja ja vaativat tietokoneilta suuria tehoja, joten jos työskentelee pienempitehoisella

koneella, ohjelmistot kaatuvat, ja tämän ennaltaehkäisemiseksi tiedostot ja simulointi onkin syytä tallentaa useasti tasaisin väliajoin.

4 CASE

Opinnäytetyön käytännön osuus tehtiin Carinafour Oy:lle. Carinafour on tuotanto- ja asennusratkaisuihin erikoistunut yritys. Yritys tuottaa lisäarvoa asiakkaille heidän tarpeidensa mukaan tehdyillä ratkaisuilla, laadukkailla prosesseilla, tehokkailla työkaluilla ja vankalla osaamisella. (Carinafour 2015)

Tarkoituksena oli luoda Carinafourille heidän konseptinsa mukainen tuotantolinja 3D-simuloinnilla. Simuloinnilla pyrittiin kuvaamaan selkeästi heidän uusi tuotantolinjassa ja siihen suunniteltu prosessi, jossa näkyisi miten tahdissa valmistaminen toimii, mitä hyötyjä se tuo, miten se auttaa materiaalien oikea-aikaisuuteen sekä miten materiaalivirrat liikkuvat. Käytettävällä ohjelmistolla ei ollut väliä. Työ tehtiin Visual Components 3DCreate ohjelmistolla. 3D-ohjelmisto haluttiin, koska 3D-mallinnus on 2D-mallinukseen nähden aina paljon havainnollistavampi.

Työryhmään kuului aluksi kolme henkilöä sekä Carinafourin yhdyshenkilö. Työn edetessä työryhmästä tippui kaksi henkilöä pois, joten projektin lopussa työryhmässä oli vain yksi henkilö.

4.1 Käytetyt ohjelmistot

Projektissa käytettiin useita ohjelmistoja, koska yhdellä ohjelmistolla ei voinut tehdä kuin yhtä asiaa. 3D-simulointiin käytettiin Visual Components ohjelmistoa. Ohjelmistolla ei kuitenkaan voinut suunnitella komponentteja, joten käytin suunnitteluun ja komponenttien luontiin Solidworks suunnitteluohjelmistoa. Projektin yhtenä tavoitteena oli tehdä simuloinnista videotiedosto myöhempään opetuskäyttöä varten. Vaikka Visual Componentissa on mahdollista kuvata ohjelmiston sisällä, lopulliset tiedostokoot ja asiakkaan vaatimukset johtivat ohjelmiston kääntämiseen, joten käytettiin Screencast-O-Matic- kuvaustyökalua.

4.1.1 Visual Components ja 3DCreate

Visual Components on maailman johtavin 3D-simulointiin ja visualisointiin erikoistunut yritys. Visual Components tarjoaa koneenrakentajille, järjestelmäintegraattoreille ja teollisuusyrityksille yksinkertaisen, nopean ja erittäin kustannustehokkaan tavan rakentaa ja simuloida heidän prosessiratkaisujaan. (Visual Components 2015)

Yritys on perustettu vuonna 1999 simulointiasiantuntijoiden toimesta, jotka näkivät mahdollisuuden tuoda simuloinnin osaksi valtavirtaa kehittämällä uudelleenkäytettävän konseptin simulaatiomalleihin. Alkuperäiset perustajajäsenet olivat kaikki kehitystiimien jäseniä Deneb IGRIP, VNC ja QUEST:issä sekä Denebin asiantuntijoita offline-ohjelmoinnissa. Päättävöitteena oli luoda joustava ja avoin simulointiohjelmisto, joka yhdistää robotiikan ja materiaalivirtojen simuloinnin yhdellä alustalla. (Visual Components 2015)

3DCreate on yksi Visual Componentsin tuote, jolla voidaan simuloida helposti monimutkaisiakin tuotantolinjoja. CAD- ohjelmistoilla monimutkaisten ja isojen tuotantolinjojen simulointi on hidasta ja hankalaa. 3DCreate mahdollistaa jo olemassa olevien CAD-tiedostojen tuomisen 3D-ympäristöön ja tarjoaa laajat mahdollisuudet muokata tiedostojen käyttäytymismalleja ja parametreja Ohjelmisto tukee Python-koodia, jolla voidaan vielä helpommin luoda käyttäytymismalleja jo olemassa oleville CAD komponenteille. Python-ohjelmointi helpottaa huomattavasti ohjelmiston käyttämistä ja mahdollistaa monia asioita, mutta se ei ole välttämätön. (Visual Components 2015)

4.1.2 Solidworks

Solidworks on suunnitteluohjelmisto, jolla suunnitellaan tuotteet joko osina tai osista tehdyillä kokoonpanoilla. Solidworks on CAD-ohjelmisto, joka on tarkoitettu mekaniikkasuunnitteluun. Ohjelmisto sisältää erittäin monipuoliset työkalut 2D- ja 3D- tarkastelua vaativiin kohteisiin. Käytetin tätä ohjelmistoa projektissa, sillä Vi-

sual Components ohjelmistossa ei ollut tarvittavia komponentteja ja jouduin suunnittelemaan ja piirtämään kaikki komponentit itse. Solidworksilla sai myös tallennettua tiedostot suoraan step-muotoon, jolloin komponentit oli helppo sovittaa Visual Componentsiin ja komponentit sai tallennettua Visual Componentsin kirjastoon myöhempää käyttöä varten. (Cadworks 2015)

4.1.3 Screencast-O-Matic

Screencast-O-Matic on ruudunkaappausvideo-ohjelmisto, jolla voidaan helposti kuvata se, mitä tietokoneen ruudulla tapahtuu. Ohjelmisto antaa myös kohtalaisen valikoiman, millä tiedostotyyppillä halutaan kuvata. Tätä ohjelmistoa käytettiin, koska Visual Componentsin oma videotallennus ei pystynyt liian suuren tiedostokoon takia tarvittavia videoita tallentamaan. Ongelmaksi muodostui myös simuloinnin liian pitkä aika, jolloin videoista tuli Visual Componentsilla liian pitkiä ja ohjelma kaatui tai muuttui hitaaksi eivätkä liikkeet tallentuneet videolle. Screencast-O-maticilla oli helppo kuvata simulointi ja tarvittaessa katkaista video sekä siirtyä simuloinnissa pidemmälle ja kuvata uudestaan. Tiedostokoot pysyivät myös kohtuullisina.

4.1.4 Python

Python on uusi ohjelmointikieli, joka poikkeaa perinteisistä kielistä jonkin verran. Pythonilla ohjelmien kirjoittaminen on huomattavasti paljon nopeampaa ja helpompaa. C-ohjelmointikielet ovat tehokkaampia ja pienempiä, mutta niissä vaaditaan paljon tarkempia ja yksityiskohtaisempia määrittelyjä jokaisessa ohjelman osassa. Pythonilla voidaan paremmin hallita suuria kokonaisuuksia. Python-ohjelmointi on hyvin yksinkertaista, ja tämän vuoksi se sopiikin aloittelijoille hyvin. Python-ohjelmaa ei käännetä konekielelle, vaan se toimii omassa suoritussympäristössä, tässä tapauksessa Visual Components 3DCreate ohjelmistossa. Python-ohjelma tapahtuu siten, että kirjoitetaan lauseita siihen järjestykseen missä ne halutaan tapahtuvan. Pythonin arkkitehtuuri perustuu sisennyksiin, jolloin funktioiden toisto- ja ehtolauseet määritellään sisennysten perusteella. Tässä

opinnäytetyössä ei tarvittu Python-osaamista, mutta ohjelmointitaidolla olisi työn tekeminen helpottunut huomattavasti. (Kasurinen 2009, 4-7; Kokkarinen 2004, 253-254.)

4.2 Projektissa vastaan tulleita ongelmia

Simulointiprojekteissa on tyypillistä, että kohtaa erilaisia ongelmia. Ongelmana voi olla esimerkiksi se, kun reaali maailman ja virtuaali maailman säännöt eivät kohtaa toisiaan, ohjelmistot eivät tue toisiaan tai projektinhallinta ei toimi. Opinnäytetyö sisälsi paljon tyypillisiä simulointiprojektin ongelmia ja ratkaisuja niihin. Ongelmiin puututtiin välittömästi, ja ne selvitettiin yhdessä Visual Componentsin työntekijöiden avustuksella sähköpostin ja erillisen tukipalvelun avulla. Ongelmia ilmeni mm. ohjelman keskeneräisyyden vuoksi, ohjelman kirjastot eivät synkronoineet keskenään eikä ohjelma pystynyt suoraan tekemään sille määritettyjä vaatimuksia, vaan niitä piti soveltaa. Myös koodauksessa, projektinhallinnassa ja laitteistovaatimuksissa ilmeni ongelmia.

4.2.1 Tavoitteet

Ennen projektin alkua oli sovittu, mitä simulointiohjelmistoa käytetään ja mitä simuloinnilla halutaan ja vaaditaan sekä mihin käyttötarkoitukseen se tulee. Ennen projektin alkua ei kuitenkaan ollut vielä tiedossa, että ohjelmisto ei kykenisikään kaikkiin vaadittaviin asioihin.

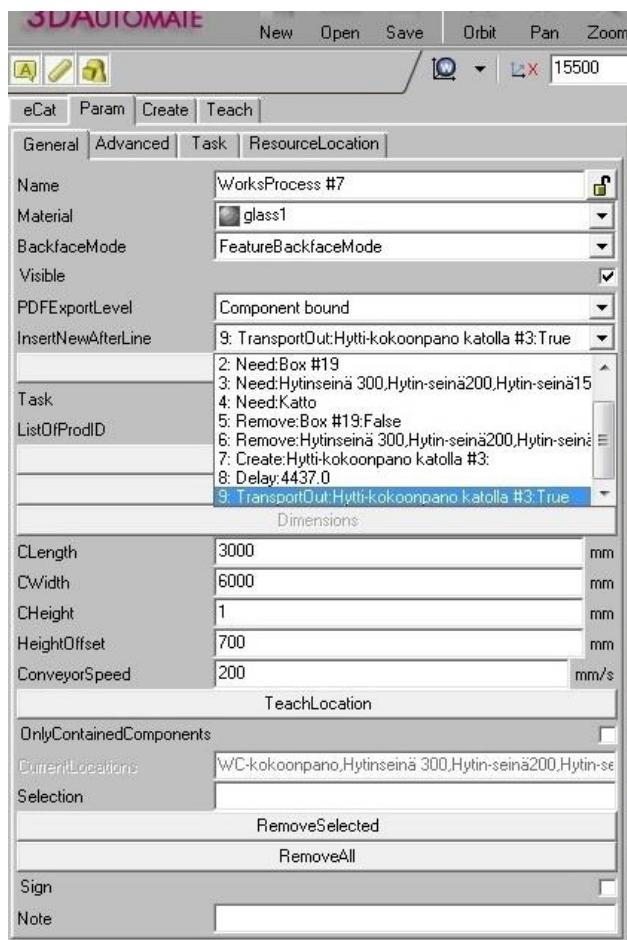
4.2.2 Projektinhallinta

Projektin aloitti alun alkaen kolme henkilöä, mutta pian aloituksen jälkeen työtä jäi tekemään vain yksi henkilö. Projektin edetessä huomattiin pian, että ilman vaadittavaa koulutusta työn tekemisestä tuli haastavaa. Tämä johti siihen, että jo

ennestään tiukka aikataulu kiristyi ja työpäivät venyivät pitkiksi. Henkilöstön vähentyminen korvattiin lopulta hyvin tiiviillä yhteistyöllä Visual Componentsin helpdeskin kanssa. Aikataulun kireminen onnistui, ja työ valmistui haluttuna päivämääränä.

4.2.3 3DCreatin käytettävyys

Ohjelmiston käytettävyyden kanssa oli suuria ongelmia, sillä en ollut käyttänyt ohjelmistoa aikaisemmin ja ohjelmistossa oli vielä puutteita. Python-koodin kirjoittamisella olisi saanut ratkaistua ja nopeutettua projektin kulkua jonkin verran, mutta tämän taidon puuttuessa projekti osoittautui haastavaksi. Tiettyjen komponenttien liikeradat olisivat olleet helpommin koodattavissa, kuin luoda kappaleille reittejä 3DCreatin omilla create valikon taskeilla. Kuten kuvasta 4 huomataan, pelkästään yhden komponenttiin tarvitaan yhdeksän liikettä. Erilaisia komponentteja on simuloinnissa melkein 100 kappaletta, ja jokaiseen tarvitaan erilaiset liikkeet. Tämä luonnollisesti vei huomattavan paljon aikaa, ja koska kaikkia liikkeitä ei pystynyt tekemään omin käsin, vaan piti turvautua Visual Componentsin neuvontaan. Tämä vei projektilta luonnollisesti taas lisää aikaa.



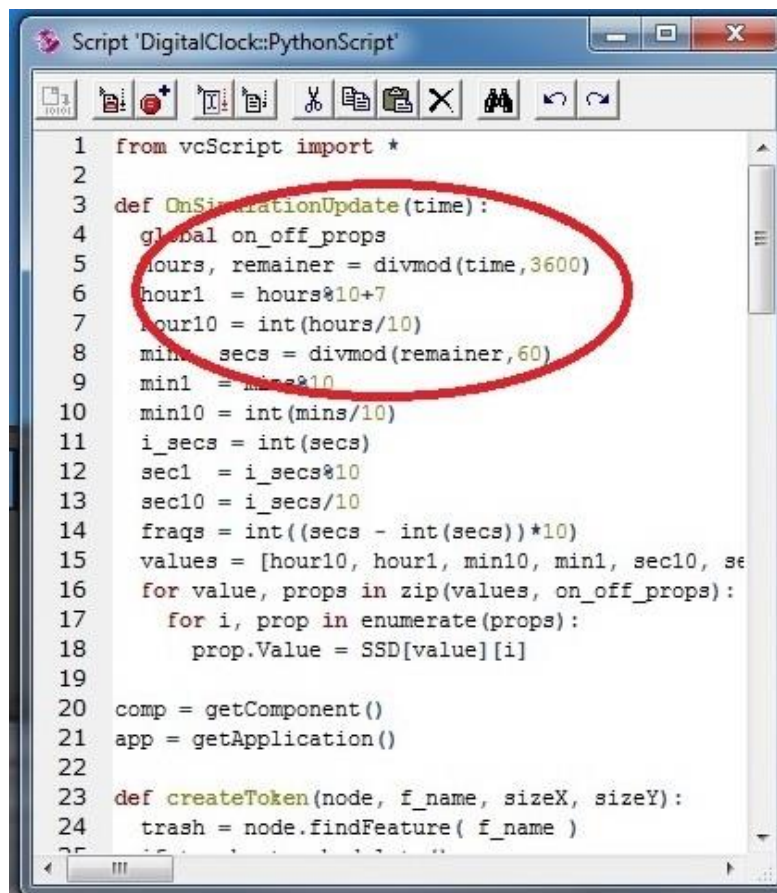
Kuva 4. Liikkuvan komponentin liikkeit.

Ohjelmistossa oli myös puutteita, esimerkiksi trukin käyttö ei ollut vielä siirretty Machine tending -kirjastosta Works-kirjastoon. Trukin käytöstä ei ollut tehty myöskään ohjeita, mikä hidasti jonkin verran työn etenemistä.

4.2.4 Kello

Simuloinnin yhtenä vaatimuksena oli, että kellon pitää näkyä. Visual Component-sissa on kahdenlaisia kelloja, sekuntikello, joka tuki Python-koodia ja tavallinen kello, joka ei tukenut Python-koodia ja jota ei voinut muokata muuten kuin kokoa vaihtamalla. Sekuntikellon ongelmana oli, että se aloitti laskennan aina nollasta

eikä kellon nopeus vastannut simuloinnin vaatimuksia. Ratkaisuna tähän muokasin Python-koodia kuvan 5 mukaisesti. Muutin koodia niin, että kello lähti käyntiin kello seitsemältä, joka kuvastaa työpäivän alkua.



Kuva 5. Koodin muokkaus.

4.3 Haastattelu

Opinnäytetyön yhtenä tarkoituksena oli selvittää, mitä erilaisia simulointiohjelmistoja on ja mitkä mahdollisesti olisivat toimeksiantajalle hyödyllisiä liiketoimintansa parantamiseksi. Haastatteluilla pyrittiin selvittämään, mitä ohjelmistoja muut yritykset käyttävät, onko niistä ollut hyötyä, mihin käyttöön simuloinnit ovat tulleet ja mitkä ovat niiden kustannukset. Haastateltavat yritykset olivat joko yrityksiä, jotka

käyttivät simulointia paljon, simulointiin erikoistuneita yrityksiä ja myös simulointiohjelmistoja tarjoavia yrityksiä. Jälkimmäisten yritysten haastattelun pohjana käytettiin heidän saamaansa asiakaspalautetta.

Haastattelun yhteenvedona saatiin, että yritykset, jotka tarvitsevat simulointia usein, ostavat palvelunsa simulointiohjelmistoja tarjoavalta yritykseltä. Tämä johtuu siitä että, simulointiohjelmistojen käytön opetteluun menee paljon aikaa, simuloinnin tekemiseen menee paljon aikaa, simuloinnin tarpeet vaihtelevat projektikohtaisesti ja ohjelmistojen tarjoaja on kuitenkin se, ketä osaa simuloida parhaiten ja nopeimmin. Aika on myös suuri ongelmatekijä, koska simuloinnin pitäisi olla nopeasti valmis, mutta usein käy niin, että projekti on jo käynnissä ja tekovaiheessa, kun simulointi saadaan valmiiksi ja näin ollen simuloinnin hyöty päätöksenteko vaiheessa valuu hukkaan. Simulointiohjelmistoja tarjoavat yritykset myös räätälöivät ohjelmistot juuri yritysten tarpeiden mukaisesti, joten ohjelmisto on aina sellainen, kuin asiakas haluaa. Yrityksissä käytössä olleita simulointiohjelmissa olivat mm. Simulconin, Imagesoftin, Simbotin, Visual Componentsin, Anylogicin, AutoModin ja Delfoin tarjoamat simulaatiot. Hinta riippui aina ostettavan ohjelmiston palveluista ja siitä, kuinka räätälöity ohjelmisto oli yritykselle. Hintaan vaikuttaa myös se kuinka suuresta projektista on kyse.

4.4 Loppupäätelmät

Haastattelun lopputuloksena saatiin, että tässä tilanteessa Carinafourin olisi parempi ostaa simulointipalvelut siihen erikoistuneelta yritykseltä kuin ostaa simulointiohjelmisto. Simulointiohjelmit ovat kalliita sekä vaativat paljon osaamista ja vaativat paljon kouluttamista. Jos simulointien käyttömäärä on vähäinen, simulointiohjelmiston hankkiminen tulee kohtuuttoman kalliiksi. Ostetun palvelun etu on, että se on kustannustehokkaampi, jos tarvitaan vähäisiä simulointimalleja. Jatkoa ajatellen Carinafourin tulee kuitenkin ottaa huomioon se mahdollisuus, että he hankkivat simulointiohjelmiston ja tekevät tästä kilpailutekijän itselleen.

Tällä hetkellä Carinafourin etu olisi hankkia ostettu simulointi siihen erikoistuneelta yritykseltä. Yksi tällainen yritys olisi esimerkiksi Delfoi. Delfoilla on kokemusta yli 700 simulointiprojektista sekä vankka kokemus Lean-tuotannosta ja 3D-simuloinnista. Delfoi on erikoistunut nimenomaan Lean-tuotannon simulointiin, ja näin ollen se sopisi parhaiten Carinafourin tarpeisiin.

5 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia ja tehdä 3D-simulaatio todelliselle asiakkaalle ja jo olemassa olevasta tuotantokonseptista. Opinnäytetyö käsittelee pääasiassa simulointiprojektia ja sitä, miten yritys voi hyödyntää simulointia tuotantoympäristön suunnittelussa. Työ ei lähde käsittelemään itse ohjelmointia ja ohjelmiston käyttöä, sillä eri simulointiohjelmistot käyttäytyvät eri tavalla ja riippuen siitä, mitä simuloinnilta halutaan.

Kuten esimerkiksi Visual Components sopii mainiosti näyttävien ja hienojen simulointien 3D-mallintamiseen ja nimensä mukaisesti visualisointiin ja sillä voi luoda hyvän simuloinnin opetustarkoitukseen tai myynnin apuvälineeksi. Toisaalta taas esimerkiksi eri tuotantolinjojen tutkimiseen ja pullonkaulojen etsintään se ei parhaiten sovellu. Kun esimerkiksi Anylogici:lla tutkiminen luonnistuu helpommin ja datan keräilyyn ja analysointiin on enemmän vaihtoehtoja ja toimintoja, mutta kolmiulotteinen visualisointi on hankalampi.

Tavoitteiden määrittely ennen simulointiprojektin aloittamista on välttämätöntä ja kaikkein tärkein toimenpide projektin kannalta. Tavoitteiden määrittely vaikuttaa simulointiohjelmiston valitsemiseen. Mihin käyttötarkoitukseen simulointi tulee ja kuinka hyvin sen tulee vastata reaali maailmaa?

Simulointia käytetään hyvin monissa eri yhteyksissä, arkipäiväisissä säätiedotuksissa, peleissä, urheilutapahtumien hidastuksissa ja työelämässä lukuisissa asioissa. Tuotannon näkökulmasta simulointi soveltuu parhaiten havainnollistamaan ja selkeyttämään prosesseja ja suunnitelmia. Se on myös erinomainen apuväline myynnin tueksi sekä opetustarkoituksiin. Simuloinneista saattaa kuitenkin tulla vaatimuksista johtuen hyvinkin raskaita, joten monimutkaiseen simulointiin tarvitaan runsaasti aikaa ja osaamista. Tämä voi johtaa myös sellaisiin tilanteisiin, että kun simulointi on valmis, on jo käytännön työt aloitettu eikä simuloinnista ole ollut tällöin hyötyä.

Simulointiprojekti, joka toteutettiin opinnäytetyön osana, oli erittäin haastava. Tiukan aikataulun ja henkilöstön vähenemisen vuoksi projektista muodostui entistä

haastavampi. Projektin aikaa vievin osa oli komponenttien 3D-mallintaminen, joka vei noin 1/3-osan ajasta. 3DCreatein ohjelmiston peruskäyttämisen opetteluun ei juurikaan aikaa mennyt, mutta erilaisten ongelmien selvittelyyn ja vastausten odottamiseen Visual Componentsilta vei kuitenkin paljon aikaa projektilta. Projektiin sisältyi myös paljon sidosryhmien kanssa sähköpostitteluja ja palaverien pitämistä, mikä myös vei aikaa itse tekemiseltä. Opinnäytetyön kirjoittamisen kanssa ei muodostunut suuriakaan ongelmia, mutta kirjoittaminen piti projektin tiukan aikataulun vuoksi tehdä, ja näin ollen riski asiasisällön unohtumiseen kasvaa. Projekti kuitenkin saatiin aikataulun mukaisesti valmiiksi, mutta vaatimukset osoittautuivat liian suuriksi. Ohjelmistolla ei pystynyt kuvaamaan kaikkia liikkeitä ja varsinkaan ihmisten liikkeitä riittävän tarkasti. Esimerkiksi simulointiin ei saatu tehtyä nosturia, vaan simuloinnissa nosturin tekemän liikkeen tekeekin ihminen. Näin simulointi ei enää vastaa todellisuutta.

Kirjoittaminen sujui kaksijakoisesti. Lähdeaineiston etsintä osoittautui haastavaksi, sillä aihe on hyvin tietokonepohjainen. Aihe itsessään on myös varsin uusi ja sidoksissa ohjelmistoihin, joten alan kirjallisuutta oli saatavilla niukasti. Toisaalta ohjelmistoilta löytyi kattavia perehdytysmateriaaleja ja omia näkökulmia simulointiprojekteihin. Työ valmistui ajoissa ja osittain vaatimusten mukaisesti, mutta, haluttuun lopputulokseen ei valitettavasti kuitenkaan päästy. Ottaen huomioon työn haastavuuden, nopean aikataulun ja vähäiset resurssit projektia voidaan pitää onnistuneena.

LÄHTEET

Fowler John W and Oliver Rose. 2004. Grand Challenges in Modeling and Simulation of Complex Manufacturing Systems

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.85.3924&rep=rep1&type=pdf>

Kasurinen, J.P. 2009. Python 3 ohjelmointi. Jyväskylä:WSOYpro/Docendo-tuotteet

Kokkarinen, I. 2004. Java, Prolog ja Python: Tehokas näkökulma ohjelmointiin. Helsinki: Edita.

Robinson, Stewart. 2004. Simulation: the practice of model development and use.

Turun Sanomat 2015. Simulointi hioo Bottaksen iskuun Melbournessa. Viitattu 23.2.2015

<file:///C:/Users/aleksi/Downloads/SimuProjekti.pdf>

Cadworks Oy 2015. Viitattu 12.6.2015

<http://www.cadworks.fi/solidworks>

Carinafour Solution Oy 2015. Viitattu 12.6.2015

http://c4.fi/index_fi.htm

<http://c4.fi/palvelut.htm>

Delfoi Oy 2015. Tuotannon simulointi. Viitattu 12.6.2015

http://www.delfoi.fi/web/solutions/Tuotanto/fi_FI/tuotannonsimulointi/,

Heureka 2015. Viitattu 12.6.2015

<http://martin.heureka.fi/exhibitions/helppoaelamaa/b19a.html>

Suomen ilmailuopisto 2015. Viitattu 12.6.2015

<http://www.finaa.fi/fi/kalusto/harjoituslaitteet/be30-kingair-full-flight-simulaattori.html>

Visual Components Oy 2015. Viitattu 12.6.2015

<http://www.visualcomponents.com/products/3dcreate/>

<http://www.visualcomponents.com/company/>